



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 53 086.6
Anmeldetag: 13. November 2002
Anmelder/Inhaber: Krohne Meßtechnik GmbH & Co KG,
DuisburgDE
Bezeichnung: Schwebekörperdurchflussmessgerät
IPC: G 01 F 1/22

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 09. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Scholz

Gesthuysen, von Rohr & Eggert

02.1118.5.sc

Essen, den 13. November 2002


P a t e n t a n m e l d u n g



der Firma

Krohne Meßtechnik GmbH & Co. KG
Ludwig-Krohne-Straße 5

47058 Duisburg



mit der Bezeichnung

"Schwebekörperdurchflußmeßgerät"

Schwebekörperdurchflußmeßgerät

Die Erfindung betrifft ein Schwebekörperdurchflußmeßgerät, zur Messung des Durchflusses eines strömenden Mediums, mit einem von dem Medium
5 gegen die Schwerkraft durchströmten Meßrohr und einem in dem Meßrohr vorgesehenen und wenigstens in Strömungsrichtung beweglichen Schwebekörper.

Schwebekörperdurchflußmeßgeräte der zuvor genannten Art werden schon
10 seit langem zur Erfassung von Volumendurchflüssen in geschlossenen Rohrleitungen eingesetzt und haben aufgrund ihrer Einfachheit und Robustheit insbesondere in der chemischen und in der verfahrenstechnischen Industrie, aber auch in Medizin und Naturwissenschaft breite Anwendung gefunden. In seiner einfachsten Ausführungsform besteht ein herkömmliches Schwebekörper-
15 durchflußmeßgerät aus einem konischen Meßrohr und dem Schwebekörper, ein zweckmäßig gestalteter, wenigstens in Strömungsrichtung frei beweglicher Meßkörper. Dabei wird das Meßrohr gegen die Schwerkraft, d. h. im wesentlichen von unten nach oben, von dem Medium durchströmt, dessen Durchfluß gemessen werden soll.

Der Schwebekörper bildet also zusammen mit dem Meßrohr eine Drossel-
20 stelle. Die Dichte des Schwebekörpers ist ferner größer als die des durch das Meßrohr strömenden Mediums. In Abhängigkeit vom Durchfluß stellt sich der Schwebekörper damit im eingeschwungenen Zustand in einer bestimmten Höhenstellung im Meßrohr ein, die sich durch das Gleichgewicht der durch
25 die Strömung hervorgerufenen, auf den Schwebekörper übertragenen hydrodynamischen Kraft und der Differenz der Gewichts- bzw. Auftriebskräfte des Schwebekörpers ergibt. Diese Höhenstellung des Schwebekörpers, die auch als Hub des Schwebekörpers bezeichnet wird, wird dann entweder vom Be-
30 trachter direkt über eine Skala an einem transparenten Meßrohr abgelesen oder durch eine Kupplung, wie eine Magnetkupplung, auf eine externe Skala und/oder einen elektrischen Meßaufnehmer übertragen.

Neben dem Volumendurchfluß wird der Hub des Schwebekörpers unter ande-
35 rem maßgeblich von der Viskosität des strömenden Mediums beeinflusst. Es

ist also immer eine Eichung bzw. Kalibrierung des Schwebekörperdurchfluß-
meßgeräts auf ein bestimmtes Medium mit einer vorbestimmten Viskosität er-
forderlich. Dies bedeutet aber auch, daß das Schwebekörperdurchflußmeßge-
rät bei veränderter Viskosität des strömenden Mediums oder einem anderem
5 Medium mit einer anderen Viskosität nicht mehr korrekt arbeitet, nämlich in
der Regel keinen korrekten Wert für den Volumendurchfluß mehr angibt.

Konkret macht sich die Viskosität des strömenden Mediums unter anderem in
Form einer Grenzschicht der Strömung bemerkbar, die sich an der der Strö-
mung des Mediums ausgesetzten Oberfläche des Schwebekörpers ausbildet.
10 In dieser Grenzfläche wirken auf den Schwebekörper Scher- und Reibungs-
kräfte, die den Hub des Schwebekörpers maßgeblich beeinflussen.

Um den Einfluß der Viskosität auf den Hub des Schwebekörpers zumindest zu
15 verringern, sind die Schwebekörper herkömmlicher Schwebekörperdurch-
flußmeßgeräte häufig mit einer Abrißkante versehen, die dazu führen soll, daß
die Strömung von der Oberfläche des Schwebekörpers abreißt und damit der
Einfluß der Viskosität auf den Hub des Schwebekörpers zumindest verringert
wird. Solche Lösungen mit Abrißkante sind zwar grundsätzlich funktionsfä-
20 hig, die damit erzielbare Reduktion der Ausbildung der Grenzschicht ist je-
doch gering, und es kann im allgemeinen nicht vermieden werden, daß sich
die Strömung hinter der Abrißkante wieder an den Schwebekörper anlegt, so
daß es zu einer erneuten Ausbildung einer Grenzschicht kommt. Außerdem
scheinen schließlich auch an der Innenfläche des Meßrohrs auftretende Visko-
25 sitätseffekte den Hub des Schwebekörpers zu beeinflussen.

Damit ist es die Aufgabe der Erfindung, ein solches Schwebekörperdurch-
flußmeßgerät anzugeben, bei dem der Hub des Schwebekörpers im wesentli-
chen von der Viskosität des strömenden Mediums unabhängig ist.

30 Die zuvor hergeleitete und aufgezeigte Aufgabe ist ausgehend von dem ein-
gangs beschriebenen Schwebekörperdurchflußmeßgerät dadurch gelöst, daß
wenigstens die der Strömung des Mediums ausgesetzte Oberfläche des
Schwebekörpers mit einer Mikrostruktur versehen ist oder/und daß die Innen-
35 fläche des Meßrohrs, zumindest im Steigbereich des Schwebekörpers, mit ei-
ner Mikrostruktur versehen ist.

Erfindungsgemäß soll also die der Strömung des Mediums ausgesetzte Oberfläche des Schwebekörpers oder/und die Innenfläche des Meßrohrs nicht im herkömmlichen Sinne "glatt" sein, sondern bewußt eine gewisse Rauigkeit aufweisen, die im Mikrometerbereich liegt. Eine entsprechende Rauigkeit wird z. B. dadurch erhalten, daß die Oberfläche des Schwebekörpers, die der Strömung des Mediums ausgesetzt ist, bzw. die Innenfläche des Meßrohrs eine "Berg-und-Tal"-Struktur aufweist, also eine Vielzahl von Erhebung mit diese voneinander trennenden Tälern.

10 Dabei ist es bevorzugt, daß die Erhebungen der Mikrostruktur jeweils eine Höhe zwischen 5 und 400 μm , ganz besonders bevorzugt zwischen 5 und 100 μm , aufweisen und die Zentren einander benachbarter Erhebungen zwischen 5 und 800 μm , ganz besonders bevorzugt zwischen 5 und 200 μm , voneinander beabstandet sind. Dabei gilt, daß der zuvor genannte Höhenbereich und der
15 zuvor genannte Abstandsbereich über die gesamte der Strömung des Mediums ausgesetzte Oberfläche des Schwebekörpers bzw. über die gesamte Innenfläche des Meßrohrs vollständig ausgeschöpft sein können, so daß die entsprechende Oberfläche sowohl sehr niedrige als auch sehr hohe Erhebungen und sehr geringe als auch sehr große Abstände zwischen den Erhebungen aufweist. Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist jedoch vor-
20 gesehen, daß einander benachbarte Erhebungen in etwa gleich hoch sind und der Abstand der Zentren einander benachbarter Erhebungen etwa dem 1- bis 2-fachen der Höhe der Erhebungen entspricht.

25 Grundsätzlich kann der Schwebekörper aus beliebigem Material hergestellt sein. Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist jedoch vorgesehen, daß die Erhebungen der Mikrostruktur hydrophobiert sind. Ein Schwebekörper mit einer Mikrostruktur aus hydrophobierten Erhebungen gewährleistet neben der schon angesprochenen Vermeidung der Ausbildung einer
30 Grenzschicht und damit der Vermeidung oder zumindest Verringerung eines Einflusses der Viskosität des strömenden Mediums auf den Hub des Schwebekörpers, einen gewissen Reinigungseffekt: An dem Schwebekörper anhaftenden Verunreinigungen, die von dem Medium mitgetragen werden, werden durch die ständige Umspülung des Schwebekörpers mit dem Medium von der
35 hydrophobierten Oberfläche leicht wieder abgetragen.

Die für diese Reinigungswirkung verantwortlichen Effekte können auch an allen anderen von dem strömenden Medium benetzten Oberflächen des Schwebekörperdurchflußmeßgeräts, nämlich insbesondere an der Innenfläche des Meßrohrs, zumindest nämlich im Steigbereich des Schwebekörpers, genutzt werden. Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist somit vorgesehen, daß die Innenfläche des Meßrohrs, zumindest im Steigbereich des Schwebekörpers, mit einer Mikrostruktur versehen ist, die zur Erzielung des zuvor genannten Reinigungseffektes mit hydrophobierten Erhebungen versehen ist.

10

Im einzelnen gibt es nun eine Vielzahl von Möglichkeiten, das erfindungsgemäße Schwebekörperdurchflußmeßgerät auszugestalten und weiterzubilden. Dazu wird auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche sowie auf die nachfolgende detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung verwiesen. In der Zeichnung zeigt

15

Fig. 1 schematisch ein Schwebekörperdurchflußmeßgerät gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung im Schnitt und

20

Fig. 2 schematisch die Struktur einer mikrostrukturierte Oberfläche gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

25

Das in Fig. 1 dargestellte Schwebekörperdurchflußmeßgerät gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung weist ein abschnittsweise dargestelltes Meßrohr 1 auf, das, wie mit einem Pfeil schematisch angedeutet, von einem selbst nicht weiter dargestellten Medium gegen die Schwerkraft, nämlich von unten nach oben, durchströmt wird. Das Meßrohr 1 ist als sich nach oben hin konisch erweiterndes Rohr ausgebildet. In dem Meßrohr 1 befindet sich ein frei beweglicher Schwebekörper 2, der zusammen mit dem Meßrohr 1 eine Drosselstelle für das strömende Medium bildet.

30

Die Dichte des Schwebekörpers 2 ist größer als die Dichte des durch das Meßrohr 1 strömenden Mediums. Durch die Strömung des Mediums greifen Kräfte an dem Schwebekörper 2 an, so daß sich dieser in Abhängigkeit vom Durchfluß des Mediums durch das Meßrohr 1 im eingeschwungenen Zustand

35

in einer bestimmten Höhenstellung im Meßrohr 1 befindet, die sich durch das Gleichgewicht der durch die Strömung hervorgerufenen, auf den Schwebekörper 2 übertragenen hydrodynamischen Kraft einerseits und der Differenz der auf den Schwebekörper 2 wirkenden Gewichts- bzw. Auftriebskräfte ergibt.

Die Höhenstellung des Schwebekörpers 2, also dessen Hub, wird neben dem Volumenstrom des strömenden Mediums bei herkömmlichen Schwebekörperdurchflußgeräten auch durch die Viskosität des strömenden Mediums beeinflusst. Eine Beeinflussung des Hubs durch die Viskosität ist bei dem Schwebekörperdurchflußmeßgerät gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung nun im wesentlichen dadurch ausgeschlossen, daß der Schwebekörper 2 auf seiner gesamten Oberfläche mit einer Mikrostruktur versehen ist. Konkret handelt es sich bei dem Schwebekörper 2 gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung um eine Kugel, die auf ihrer gesamten Oberfläche mit Mikroerhebungen versehen ist, die eine Höhe von etwa $50\text{ }\mu\text{m}$ aufweisen und deren Zentren etwa $100\text{ }\mu\text{m}$ voneinander beabstandet sind. Diese Mikroerhebungen führen dazu, daß die Ausbildung einer Grenzschicht der Strömung an dem Schwebekörper 2 im wesentlichen vermieden wird und damit auch die Viskosität des strömenden Mediums durch von ihr auf den Schwebekörper 2 ausgeübte Scher- und Reibungskräfte im wesentlichen keinen Einfluß auf den Hub des Schwebekörpers 2 nehmen kann. Damit ist unter im wesentlichen vollständiger Vermeidung der in Rede stehenden Viskositätsproblematik ein Schwebekörper 2 mit einer einfachen Form, nämlich in Form einer Kugel, verwendbar, wobei keine Abrißkante vorgesehen werden muß.

Außer dem Schwebekörper 2 ist bei dem Schwebekörperdurchflußmeßgerät gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung auch die Innenfläche 3 des Meßrohrs 1 mit einer mikrostrukturierten Oberfläche versehen, und zwar wenigstens im Steigbereich des Schwebekörpers 2, wobei das Maß der Mikrostrukturierung der Innenfläche 3 im wesentlichen dem der Mikrostrukturierung auf der Oberfläche des Schwebekörpers 2 entspricht, darüber hinaus jedoch hydrophobierte Erhebungen aufweist. Selbstverständlich können die Erhebungen der Mikrostruktur auf der Oberfläche des Schwebekör-

pers 2 ebenfalls hydrophobiert sein, um auch dort von dem damit erzielten Reinigungseffekt zu profitieren.

5 Hydrophobierte Erhebungen können z. B. durch die Beschichtung der Oberfläche des Schwebekörpers 2 bzw. der Innenfläche 3 des Meßrohrs 1 mit entsprechenden Polymeren erzielt werden; als Beschichtungspolymer kommt dabei z. B. Polytetrafluorethylen (PTFE) in Betracht. Die Mikrostrukturierung der Oberfläche des Schwebekörpers 2 bzw. der Innenfläche 3 des Meßrohrs 1 selbst wird z. B. hergestellt durch Prägen, Aufbringen von entsprechend feinkörnigem Material oder Zerstäuben der Oberfläche durch Beschuß mit energiereichen Ionen (Sputtern).
10

Wie eine mikrostrukturierte Oberfläche gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung aussehen kann, ist aus Fig. 2 ersichtlich. Diese zeigt eine regelmäßige Anordnung von Erhebungen 4 und diese trennenden Täler 5, wobei die Höhe a der Erhebungen 4 etwa $50\text{ }\mu\text{m}$ beträgt und die Zentren der Erhebungen 4 etwa doppelt so große Abstände b von $100\text{ }\mu\text{m}$ aufweisen. Wie weiter oben schon angesprochen ist für die Erzielung der in Rede stehenden Wirkungen allerdings nicht zwingend eine so gleichmäßige Struktur, wie in Fig. 2 dargestellt, erforderlich. Vielmehr kann z. B. ein besonders bevorzugter Höhenbereich von 5 bis $100\text{ }\mu\text{m}$ und ein besonders bevorzugter Abstandsbereich von 5 bis $200\text{ }\mu\text{m}$ über die gesamte Oberfläche vollständig ausgeschöpft sein.
15
20

Patentansprüche:

1. Schwebekörperdurchflußmeßgerät, zur Messung des Durchflusses eines strömenden Mediums, mit einem von dem Medium gegen die Schwerkraft durchströmten Meßrohr (1) und einem in dem Meßrohr (1) vorgesehenen und
5 wenigstens in Strömungsrichtung beweglichen Schwebekörper (2), **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens die der Strömung des Mediums ausgesetzte Oberfläche des Schwebekörpers (2) mit einer Mikrostruktur versehen ist oder/und daß die Innenfläche (3) des Meßrohrs (1), zumindest im Steigbereich
10 des Schwebekörpers (2), mit einer Mikrostruktur versehen ist.
2. Schwebekörperdurchflußmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erhebungen (4) der Mikrostruktur jeweils eine Höhe zwischen 5 und 400 μm , vorzugsweise von 5 bis 100 μm , aufweisen und die
15 Zentren einander benachbarter Erhebungen (4) zwischen 5 und 800 μm , vorzugsweise zwischen 5 und 200 μm , voneinander beabstandet sind.
3. Schwebekörperdurchflußmeßgerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß einander benachbarte Erhebungen (4) in etwa gleich hoch sind und der Abstand der Zentren einander benachbarter Erhebungen (4) etwa dem
20 1- bis 2-fachen der Höhe der Erhebungen (4) entspricht.
4. Schwebekörperdurchflußmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Erhebungen (4) der Mikrostruktur hydrophobiert sind.
25

1/1

Fig. 1

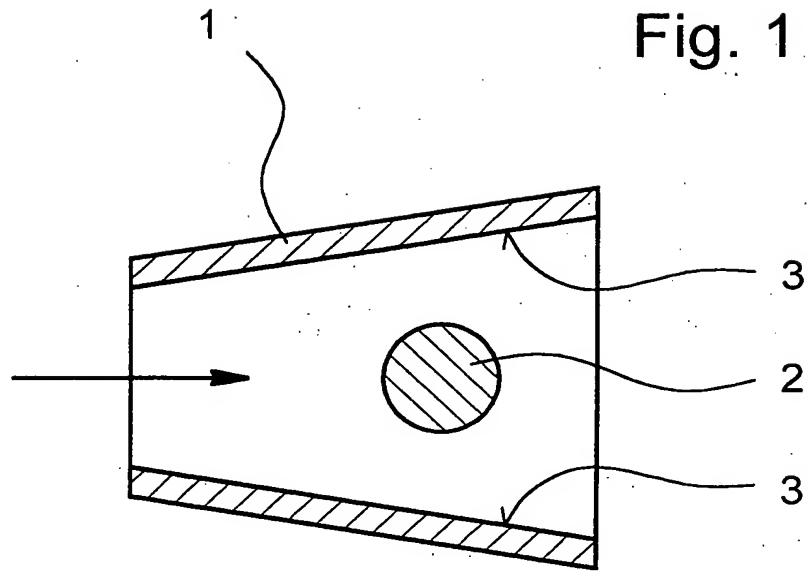
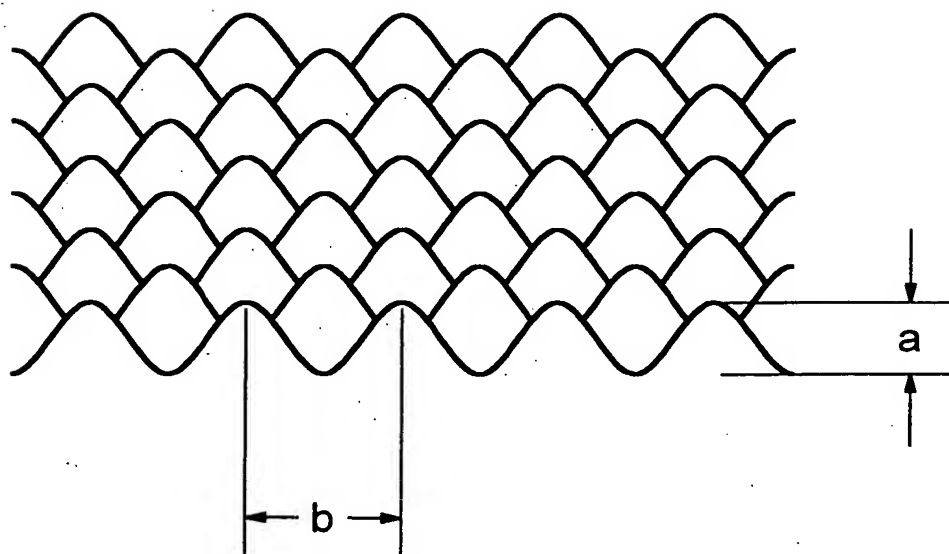


Fig. 2



Zusammenfassung:

5 Dargestellt und beschrieben ist ein Schwebekörperdurchflußmeßgerät, zur Messung des Durchflusses eines strömenden Mediums, mit einem von dem Medium gegen die Schwerkraft durchströmten Meßrohr und einem in dem Meßrohr (1) vorgesehenen und wenigstens in Strömungsrichtung beweglichen Schwebekörper (2).

10 Erfindungsgemäß ist die der Strömung des Mediums ausgesetzte Oberfläche des Schwebekörpers (2) oder/und die Innenfläche (3) des Meßrohrs (1), zumindest im Steigbereich des Schwebekörpers (2), mit einer Mikrostruktur versehen. Dadurch wird der Einfluß der Viskosität des strömenden Mediums auf den Hub des Schwebekörpers (2) praktisch eliminiert.

15 (Fig. 1)

